

1, 2, 3, codez ! - Activités cycle 3 - Séance 1.3: Comment coder des informations en binaire ?

Résumé	Les élèves doivent maintenant se contenter de deux symboles (0 et 1) pour transmettre des messages. Ils explorent les moyens d'encoder différentes informations (les 4 points cardinaux Nord/Sud/Est/Ouest, les 7 jours de la semaine, etc.) en associant des 0 et des 1, et découvrent ainsi le codage binaire de l'information.
Notions	« Information » <ul style="list-style-type: none"> • Un ordinateur représente n'importe quelle information par un code qui n'utilise que 2 symboles, 0 et 1, appelés bits : c'est le code binaire. • Le codage binaire permet de représenter toutes sortes de données, notamment des nombres ou des caractères textuels. • Plus on juxtapose de bits, plus on peut représenter d'éléments différents.
Matériel	Pour chaque élève <ul style="list-style-type: none"> • Fiche 30
Lexique	Liste d'éléments, bit, codage binaire
Durée :	1h30

Situation déclenchante

L'enseignant explique à la classe qu'en réalité, les instruments électroniques ne peuvent pas transmettre directement les nombres : ils transmettent des flux de signaux lumineux ou électriques. Ces signaux n'ont que deux états : NON (pas de signal) / OUI (signal) aussi appelés 0 et 1. Les élèves doivent donc repenser leur système de codage avec cette nouvelle contrainte.

La question est donc est la suivante : comment encoder des informations en utilisant seulement des 0 et des 1 ?

Recherche : stratégie d'encodage utilisant seulement des 0 et 1 (par binômes et collectivement)

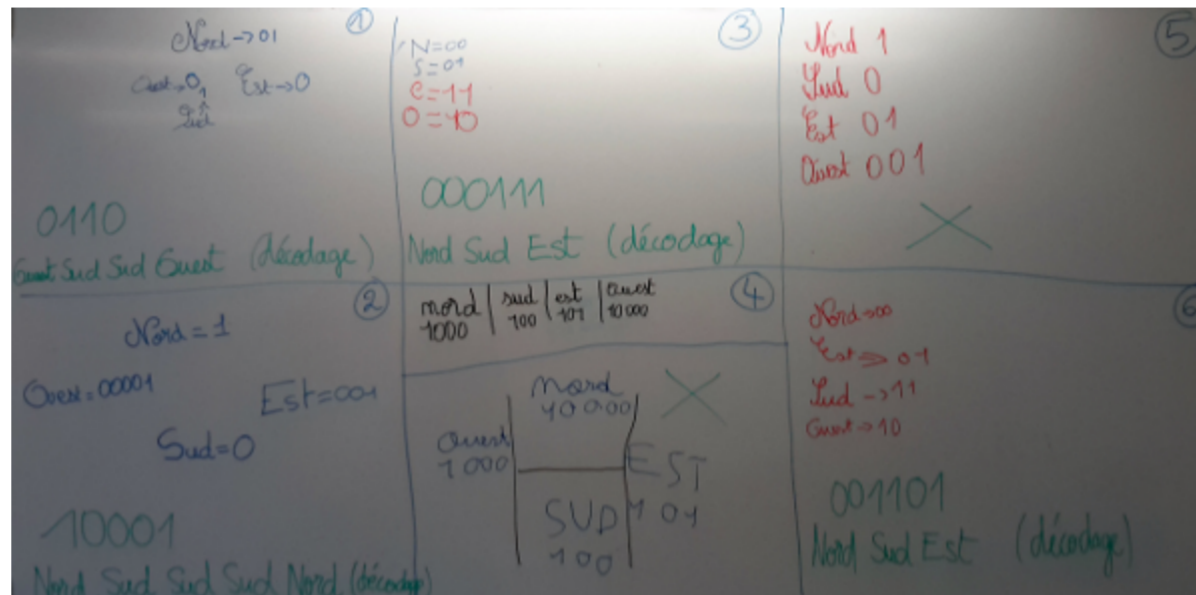
L'enseignant rappelle que le rover peut être dirigé depuis le poste de contrôle en utilisant les 4 mots Nord/Sud/Est/Ouest. Il demande aux élèves de réfléchir en binômes à un moyen de transmettre ces 4 mots en utilisant seulement des 0 et des 1.



Propositions de quelques élèves. Classe de CM1-CM2 de Thyphaine Collignon (Vernaison).

Après quelques minutes, les groupes partagent leurs propositions (voir les notes pédagogiques ci-dessous).

La classe discute les propositions et constate que celles qui fonctionnent consistent toutes à assembler plusieurs 0 et 1.



Mise en commun et discussion sur l'importance d'encoder chacune des informations sur un même nombre de chiffres, en vue du décodage. Classe de CM2 de Christelle Crusberg (Champigny-sur-Marne).

Notes pédagogiques

- Une première proposition peut consister à remplacer :

« Nord » par « 00 »,
 « Sud » par « 11 »,
 « Est » par « 01 »,
 « Ouest » par « 10 ».

Dans ce type de proposition, chaque point cardinal est codé par une succession de deux « 0 ou 1 » (un doublet). Toutes les combinaisons de deux « 0 ou 1 » sont utilisées. Il est important de faire remarquer aux élèves que selon les groupes, ce n'est pas forcément le même point cardinal qui est associé à un doublet donné : toutes les correspondances point cardinal / doublet se valent.

- Une deuxième proposition peut consister à remplacer :

« Nord » par « 1000 »,
 « Sud » par « 0100 »,
 « Est » par « 0010 »,
 « Ouest » par « 0001 ».

Dans ce type de proposition, chaque point cardinal est codé par une succession de quatre « 0 ou 1 ». Seules quelques-unes des combinaisons de quatre « 0 ou 1 » sont utilisées (par exemple, la combinaison 0000 ne l'est pas).

- Une troisième proposition peut consister à remplacer :

« Nord » par :	« Sud » par :	« Est » par :	« Ouest » par :
1	0	0	0
0	0	0	1
0	1	0	0

Face à ce type de proposition, l'enseignant précise que l'idée est bonne, mais que les 0 et les 1 ne peuvent être transmis que les uns à la suite des autres, donc sans positionnement dans l'espace. Cette troisième proposition devient alors équivalente à la proposition 2 : pour chaque point cardinal, on transmet quatre « 0 ou 1 » dont un seul est un « 1 ». Il y a quatre positions possibles pour le « 1 », une par point cardinal.

Exercice : choix du nombre de 0 et de 1 à assembler pour coder les jours de la semaine (par groupes)

L'enseignant indique que tous les messages échangés entre la base et le rover sont datés. Il faut donc être capable d'indiquer avec des 0 et des 1, entre autres choses, le jour de la semaine. L'enseignant demande aux élèves de proposer une façon de coder les 7 jours de la semaine en alignant le moins possible de « 0 ou 1 ».



Classe de CM2 de Christelle Crusberg (Champigny-sur-Marne)

Mise en commun

La mise en commun révèle qu'il suffit d'aligner trois « 0 ou 1 », par exemple comme ceci (mais il y a une multitude de possibilités équivalentes) :

000 pour lundi
001 pour mardi
010 pour mercredi
011 pour jeudi
100 pour vendredi
101 pour samedi
110 pour dimanche

Il reste même une combinaison (ici 111) qui n'est pas utilisée.

L'enseignant guide la formulation orale d'une conclusion avec pour support la [Fiche 30](#) projetée et distribuée à chacun : *On peut coder les éléments d'une liste par une succession de « 0 ou 1 » aussi appelés bits (contraction de « binary digit », soit « nombre binaire »).*

- Avec un seul bit, on peut coder tous les éléments d'une liste qui n'a pas plus de 2 éléments (blanc/noir, éteint/allumé sont des exemples de listes à deux éléments) : on associe le « 0 » à un élément de la liste, et le « 1 » à l'autre élément de la liste (la classe note des exemples de listes à deux éléments sur la [Fiche 30](#)).
- Avec deux bits juxtaposés, on peut coder tous les éléments d'une liste qui n'a pas plus de 4 éléments (comme Nord/Sud/Est/Ouest), car il existe 4 façons différentes d'agencer 2 chiffres valant 0 ou 1 : « 00 », « 01 », « 10 » et « 11 » (la classe note sur la [Fiche 30](#) des exemples de listes codables sur 2 bits, mais pas sur 1 bit : ces listes ont 3 ou 4 éléments).
- Avec trois bits juxtaposés, on peut coder tous les éléments d'une liste qui n'a pas plus de 8 éléments (par exemple les 7 jours de la semaine), car les 8 seules combinaisons de 0 et de 1 possibles sont : « 000 », « 001 », « 010 », « 011 », « 100 », « 101 », « 110 » et « 111 » (La classe note sur la [Fiche 30](#) des exemples de listes codables sur 3 bits, mais pas sur 2 bit (ces listes ont 5, 6, 7 ou 8 éléments).
- Plus on juxtapose de bits, plus on peut représenter d'éléments : 16 éléments au maximum en juxtaposant quatre bits, 32 éléments au maximum en juxtaposant cinq bits, 64 éléments au maximum en juxtaposant six bits, etc.

Chaque élève propose sur la [Fiche 30](#) une liste libre codable sur 4 bits mais pas sur 3 bits (une telle liste doit comporter entre 9 et 16 éléments inclus) : les élèves proposent par exemple les 12 mois de l'année, les 10 chiffres 0 à 9, les 12 heures du cadran des montres, les 10 doigts des mains, les prénoms de leurs 9 cousins germains, 16 noms d'animaux de la ferme, etc.

Défi (par binôme)

L'enseignant demande aux élèves de trouver combien de bits il faut juxtaposer pour pouvoir coder les 26 lettres de l'alphabet.

Après quelques minutes, la mise en commun permet de conclure que 4 bits ne suffisent pas pour coder les 26 lettres de l'alphabet (codage de 16 éléments au maximum : $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$), mais que 5 bits sont suffisants (codage de 32 éléments au maximum : $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$).

Conclusion et trace écrite

La classe synthétise collectivement ce qui a été appris au cours de cette séance :


- *On peut encoder les éléments d'une liste par une succession de « 0 ou 1 » aussi appelés bits. On parle alors d'un codage « binaire ».*
- *Plus on juxtapose de bits, plus on peut représenter d'éléments : 2 éléments au maximum avec un seul bit, $2 \times 2 = 4$ éléments au maximum en juxtaposant deux bits, $2 \times 2 \times 2 = 8$ éléments au maximum en juxtaposant 3 bits, $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ éléments au maximum en juxtaposant quatre bits, $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$ bits en juxtaposant cinq bits, ... $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 256$ éléments en juxtaposant huit bits, etc.*
- *Le codage binaire permet de représenter toutes sortes de données, notamment des nombres ou des caractères textuels.*
- *Un ordinateur représente n'importe quelle information en utilisant un codage binaire.*


Les élèves notent ces conclusions dans leur cahier de sciences tandis que l'enseignant complète l'affiche « Qu'est-ce que l'informatique ? ».

Prolongement

Un [exercice en ligne](#) permet de se réapproprier le concept d'énumération binaire.

Marquage d'oiseaux

Version 

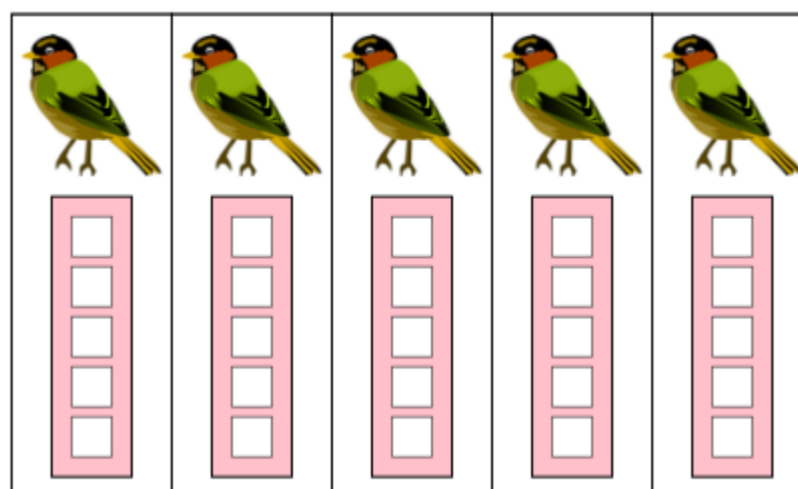
Version 

Version 

Cliquez sur les cases pour dessiner des motifs différents sur les pattes des oiseaux.

Cliquez ensuite sur le bouton pour les laisser s'envoler.

Les oiseaux se mélangeront, et il vous faudra les remettre à leur place d'origine.



Laisser les oiseaux s'envoler

Effacer les marques

Prolongement (pour le cycle 4)

En cycle 4, on peut insister davantage sur une façon commode de retrouver toutes les combinaisons de 0 et de 1 sur, par exemple, 5 bits : si on demande aux élèves de retrouver les 32 combinaisons de 5 bits possibles, ils s'aperçoivent que c'est très difficile de tous les trouver et de ne pas proposer les mêmes plusieurs fois.

On peut alors suggérer une approche récursive :

- Avec seulement 1 bit, on a la liste très facilement : 0, 1.
- Pour deux bits, il suffit de recopier deux fois la liste sur 1 bit : une fois en ajoutant un 0 devant, une fois en ajoutant un 1 devant : on obtient 00, 01, 10, 11
- Pour trois bits, on procède de même : on recopie deux fois la liste obtenue pour 2 bits, une fois en ajoutant un 0 devant, une fois en ajoutant un 1 devant : 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111. Et ainsi de suite pour 4 bits, 5 bits, etc., de proche en proche.

